

地圏環境の理解と利用

Geoscience and Technology

教授 土屋 範芳
Professor
Noriyoshi Tsuchiya



Research activities of our laboratory are aimed to lithosphere and Earth systems for understanding of environmental changes by integrated approach that geological, geochemical, geophysical based experiments and fieldworks. Our laboratory is conducting development of original apparatus and research techniques for the new exploration and/or resolution of Earth scientific and environmental problems.

The main researches of our laboratory are Water-Rock Interaction, Geochemical characterization of supercritical geofluid, Fracture network system in the Earth's crust related geofluid flow, Mass transport phenomena of heavy metals from lithosphere to soil and river, Georeactors and Hydrothermal reactions for energy production and material processing (ex. generation of hydrogen and conversion of carbon dioxide), and GIS based Geosphere information system for evaluation of soil pollution.

主な研究テーマ

- ・岩石-水相互作用（化学的作用、力学的作用）
- ・超臨界地殻流体のキャラクタリゼーション
- ・地圏環境における流体移動場と流体移動
- ・地圏環境における物質移動・拡散・濃集
- ・地圏物質と放射線の相互作用
- ・ジオリアクターのための反応プロセス設計
- ・水熱反応および二酸化炭素の物質転換
- ・地圏環境インフォマティクスの開発

最近の環境関連問題の動向として、非人為的汚染土壌（政令で定められた環境基準値を自然状態で超過している土壌）の問題があるが、このような土壌情報についてはこれまで一元的にまとめられていなかった。そこで一昨年から進めてきた産官学連携プログラム「地圏環境インフォマティクスのシステム開発とその全国展開」では、東北地方における土壌情報について GIS（地理情報システム）上へのデータベース化が完了し、さらに全国の情報も同様にまとめられつつある。今後は広く一般に対して有益となるような利用方法の検討をすすめていく。

また、地球内部の岩石と水の反応に関しては、地殻内部流体と岩石との反応を極局所領域でその場観察をおこなうため、熱水の赤外吸収およびラマン散乱測定システムを開発し、超臨界環境での固体上の薄膜水のスペクトル測定をおこなってきた。この結果、結晶性物質の近傍にある水は、固体からの拘束を受ける厚さ数百 nm 程度の構造化された水になっていると推定され、さらには物質の種類や構造によっても差異が生じている事が明確となった。高温高压条件下でのその場観察によるスペクトル測定は

世界でも例がなく、固液界面における水の働きの解明につながると期待される。

地殻内部におけるき裂内流体移動については、引き続き室内実験とその結果を元にしたシミュレーションをおこなっている。従来の室温・高封圧環境下での室内実験に加えて、さらに 100℃以上での温度条件下における実験をおこない、高温・高封圧環境下においてき裂の化学的変化を伴う流体移動現象について検討を加えている。さらに、より広範囲な地下水流動のモデルとして DFN モデル（Discrete Fracture Network：個別き裂の集合体モデル）への拡張についても検討している。また、地下深部での流体移動の痕跡と考えられる高度変成岩中に存在する鉱物脈に着目し、フィールドワークも精力的に行った。鉱物脈は地下深部での流体移動の痕跡と考えられており、脈を形成している方解石などの析出物質と周囲の岩相との関係から、流体中の二酸化炭素が岩石として固定化される条件について、近年重要視されている二酸化炭素の地下隔離方法への発展が期待され、また、これら岩石-水反応、き裂内流動室内実験やフィールドワークを総合的に解釈することで地震発生と地殻内部流体の関係についての新たな知見を得られると考える。

また、二酸化炭素の地下隔離としては温泉地域に見られる炭酸塩シスターの形成過程をモデルとした二酸化炭素固定化技術の基礎的な検討も引き続きおこなっている。

ジオリアクター・物質転換関連では、硫化水素の水熱反応による水素の生成と、有機物を用いた硫黄化合物の水熱還元について検討し、硫黄循環による水素生成の可能性を見出した。さらに二酸化炭素の還元反応についても検討を行った。これらを組み合わせることにより、水素を軸と



助教
平野 伸夫
Assistant Professor
Nobuo Hirano



助教
岡本 敦
Assistant Professor
Atsushi Okamoto



Members of the laboratory.



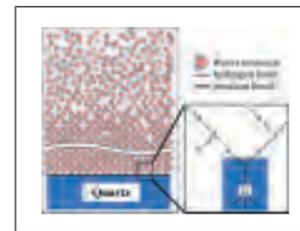
様々な元素を含む海成堆積層（仙台市内）
Marine stratum included various elements
(Tatsunokuchi Formation, Sendai)



地殻内部の水。石英結晶（水晶）の内部に
結晶化当時の流体が封じ込められている
Fossil of water in the earth crust. The geofluid had been
enclosed in quartz crystal during quartz crystallization.



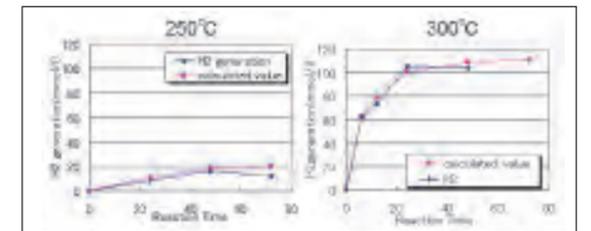
炭酸カルシウム堆積物の断面
Cross section image of calcium carbonate sedimentation.
Ca/Fe alternative layer is observed by XGT image.



石英表面近傍の水の構造化
Schematic illustration of structured water
near quartz surface.



方解石脈が風化溶解したと推定される痕跡
Evidence of dissolved
calcite vein by weathering.



各反応温度における水素発生量
Amount of hydrogen generation by sulfur hydrothermal reaction
at various temperatures.



石英溶解実験中の様子
Lab experiment of rock dissolution
at high temperature and pressure.



温泉での炭酸カルシウム堆積の様子（右は左の写真の約4ヶ月後）
Appearance of calcium carbonate sedimentation in hot spring
(Right photograph is about four months after the left photograph).
Okuokuhashikuro hot spring, Akita).



フィールド調査風景
Field survey of weathered soil.

した新たなエネルギーサイクルの道が開けることが期待される。

【会議開催】

- ・5th International Workshop on WATER DYNAMICS, 仙台国際センター (9/25-27)

(Field Excursion to Kuroko basin 9/28-10/1)

【受賞】

- ・Geothermal Resources Council 2007 Best Paper Award (根本克己 他)

【参加国際学会・会議】

- ・12th International Symposium on Water-Rock Interaction, Kunming, China (7/31-8/5)
- ・Geothermal Resources Council Annual Meeting, Sparks(Reno), NV, USA (9/30-10/3)

【研究プロジェクト】

- ・地圏環境インフォマティクスのシステム開発とその全国展

開] (産総研- DOWA ホールディングス (株) との産官学連携プログラム) (科学技術振興機構)

- ・地震発生の素過程研究 (東京大学地震研究所)
- ・宮城県土壌環境評価基本マップ (宮城県)
- ・「き裂型石油・ガス貯留層の適正生産プロセス予測のためのき裂内流体流動特性の評価」(JOGMEC 委託研究)
- ・仙台市地下鉄東西線建設に関わる土壌汚染
- ・放射性廃棄物重要基礎技術研究調査 (原子力環境整備促進・資金管理センター)

【教育】

環境学外実習 (北海道・日高山脈)
博士論文・修士論文 別掲
D3 2名、M2 5名、M1 5名、4年生 1名、3年生4名在籍

研究室ホームページ <http://geo.kankyo.tohoku.ac.jp/>